

ANDRZEJ KRUK, WANDA GALICKA, MARIUSZ TSZYDEL, SZYMON TYBULCZUK,
DARIUSZ PIETRASZEWSKI, LIDIA MARSZAŁ, DAGMARA BŁOŃSKA,
MICHAŁ CIEPLUCHA

Katedra Ekologii i Zoologii Kęgowców, Uniwersytet Łódzki

ICHTIOFAUNA STRUMIENI W SYSTEMIE NERU W MIEŚCIE ŁÓDZI*

ICHTHYOFAUNA OF STREAMS IN THE NER RIVER SYSTEM IN THE CITY OF ŁÓDŹ

Abstract: In 2010 in the City of Łódź, Central Poland, electrofishing was carried out at 15 sites in the Dobrzyńska, Jasień, Olechówka, Łódka and Jasieniec Streams in the Ner/Odra system. Fourteen fish species were recorded (13 species in the Olechówka and altogether 7 species in the remaining streams), of which six were limnophilic and only two rheophilic. Sunbleak *Leucaspis delineatus*, gudgeon *Gobio gobio* and stone loach *Barbatula barbatula* constituted 90% of all the fish in samples. Over 100 specimens were caught at each site in the Olechówka Stream, while only 1–11 specimens were recorded at each of the remaining sites (except one fishless site in the Jasieniec Stream). The fish distribution was determined by water purity strongly connected with the type (combined/separate) of urban sewage system functioning in a given stream basin.

The condition of ichthyofauna in 2010 was slightly better than during electrofishing conducted in 2001. The Jasień and Łódka Streams were fishless in 2001 while in 2010 several fish specimens at each site belonging to the total of 3 and 4 species, respectively were recorded. In the Olechówka, in 2010 five new species were caught and the total fish abundance was over 3 times higher than in 2001.

Słowa kluczowe: miejski ekosystem wodny, ogólnospławny system kanalizacji, przelew burzowy, zanieczyszczenie wody, regulacja koryta

Key words: urban aquatic ecosystem, combined sewage system, storm overflow, water pollution, stream regulation

1. WSTĘP

Łódź jeszcze na początku XIX w. była niewielką miejscowością liczącą kilkuset mieszkańców. W 1820 r. ówczesny wojewoda mazowiecki, Rajmund Rembieliński docenił warunki naturalne sprzyjające rozwojowi na tym terenie

* Praca powstała w ramach grantu Nr Ed.VII.4346/G-17/2009 i 2010 Prezydenta Miasta Łodzi, finansowanego ze środków budżetu miasta Łodzi.

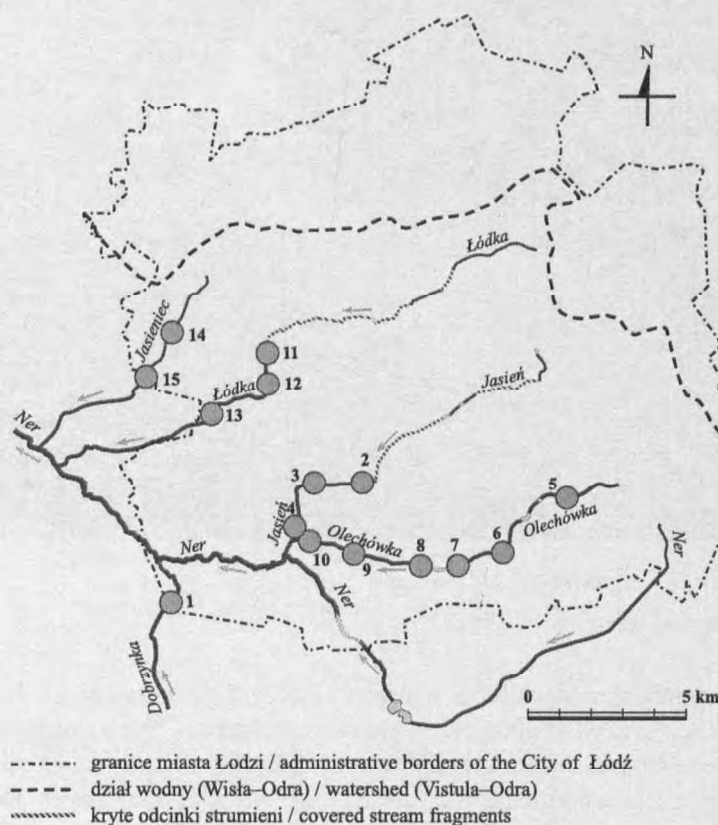
tkactwa i sukiennictwa, w tym 1) dostatek drewna w okolicznych lasach, wykorzystywanego jako budulec i opał, 2) znaczne pokłady gliny również dostarczające budulca oraz 3) gęstą sieć strumieni płynących przez Łódź i okolicę, zapewniające energię do napędzania maszyn oraz czystą wodę wykorzystywaną przy produkcji tkanin (BIEŻANOWSKI 2001). Rozwój przemysłu włókienniczego skutkował przeobrażeniem Łodzi w ciągu zaledwie dwóch stuleci w jedno z najludniejszych miast w Polsce.

Łódzkie strumienie dawniej meandrowały, tworzyły rozlewiska i niosły tyle wody, że napędzały kilkanaście młynów (BIEŻANOWSKI 2001). Błyskawiczny rozwój miasta nie szedł jednak w parze z dbałością o jakość środowiska naturalnego. Osuszanie i zasypywanie obszarów podmokłych oraz wylesianie i zabudowywanie zlewni przyczyniło się do znacznego zmniejszenia przepływów strumieni, wskutek czego część z nich – wzdłuż całego albo górnego biegu – wyschła lub charakteryzuje się przepływem okresowym (KRUK *et al.* 2003, 2005). Większość strumieni, szczególnie w centrum miasta, uregulowano lub skanalizowano włącznie z ujęciem ich w kanały kryte, przez co drastycznie zmalało zróżnicowanie siedlisk. Wzrost populacji miasta wymusił sięgnięcie po wodę ze złóż geologicznych, a następnie doprowadzenie jej z Pilicy rurociągiem wybudowanym w 1955 r. To z kolei spowodowało produkcję ogromnych ilości ścieków, do lat 20. XX w. odprowadzanych bez oczyszczenia, zwykle rynsztokami, do najbliższego strumienia (BIEŻANOWSKI 2001). Potem w centralnej części miasta wybudowano ok. 387 km (w tym ponad 105 km jeszcze przed wybuchem II wojny światowej) kanalizacji w systemie ogólnospławnym, tj. takim, w którym tym samym kanałem łącznie spływają ścieki i wody opadowe (BORKOWSKA-KUBIAK 2008). Główną wadą kanalizacji ogólnospławnej jest pojemność kanałów – zbyt mała by pomieścić mieszaninę ścieków i wód opadowych po nawalnych opadach, wskutek czego jej nadmiar przedostawał się do strumieni przez zbudowane w tym celu przelewy burzowe. Kanalizacja ogólnospławna istnieje nadal i w oczywisty sposób determinuje jakość wody w strumieniach płynących przez centralną część Łodzi, w tym w dopływach Neru. Obecnie prowadzona jest modernizacja kanalizacji ogólnospławnej poprzez budowę w technologii bezwykopowej ogromnych kanałów deszczowych, których zadaniem będzie przejęcie wód opadowych z centrum Łodzi w celu uniknięcia przelewania się ścieków z systemu kanalizacji do strumieni. Kanalizacja na peryferiach miasta była budowana znacznie później i nowocześniej, mianowicie w systemie rozdzielczym, tj. z kanałami do odprowadzania ścieków do oczyszczalni i oddzielnymi kanałami do odprowadzania wód opadowych do strumieni. Należy pokreślić jednak, że wody opadowe wprowadzane w ten sposób do strumieni również zawierają zanieczyszczenia atmosferyczne oraz spłukiwane ze zlewni (np. nawierzchni ulic, chodników, dachów, pól i trawników) oraz ścieki nielegalnie odprowadzane do kanalizacji deszczowej. Ten ostatni problem został znacznie ograniczony poprzez wprowadzenie w stare kanały rękawów z tworzyw sztucznych odcinających nielegalne przyłącza (WOŹNIAK 2010).

Celem niniejszych badań jest inwentaryzacja ichtiofauny w 5 wybranych dopływach Neru na terenie miasta Łodzi, oraz porównanie obecnego stanu ichtiofauny z wynikami badań prowadzonych w 2001 r. przez Katedrę Ekologii i Zoologii Kręgowców Uniwersytetu Łódzkiego (KRUK *et al.* 2003).

2. TEREN BADAŃ

W 2010 roku na 15 stanowiskach przeprowadzono inwentaryzacyjne badania ichtiofauny cieków w systemie Neru/Odry na terenie miasta Łodzi. Obszar badań obejmował 5 strumieni: Dobrzyńkę (1 st.), Jasień (3 st.) z dopływającą do niego Olechówką (6 st.), Łódką (3 st.) oraz Jasieniec (2 st.) (ryc. 1). Do opisu badanych strumieni wykorzystano opracowanie BIEŻANOWSKIEGO (2001) oraz własne dane zebrane w trakcie inwentaryzacji.



Ryc. 1. Teren badań. Stanowiska poboru prób ryb zaznaczono szarymi kółkami oznaczonymi numerami 1–15

Fig. 1. Study area. Location of fish sampling sites is marked with grey circles and numbers 1–15

Dobrzynka jest lewostronnym dopływem Neru o długości 25,5 km (CZARNECKA 2005). W południowo-zachodniej części Łodzi znajduje się przyujściowy odcinek Dobrzynki o długości 2,1 km (ryc. 1, fot. 1). Wzmożony przepływ w okresie roztopów wiosennych i malejący w okresie letnim umożliwia zaliczenie Dobrzynki do typowych małych rzek równinnych środkowej Polski. W przyujściowym odcinku jej średni przepływ ($1 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$) jest większy niż w Nerze.



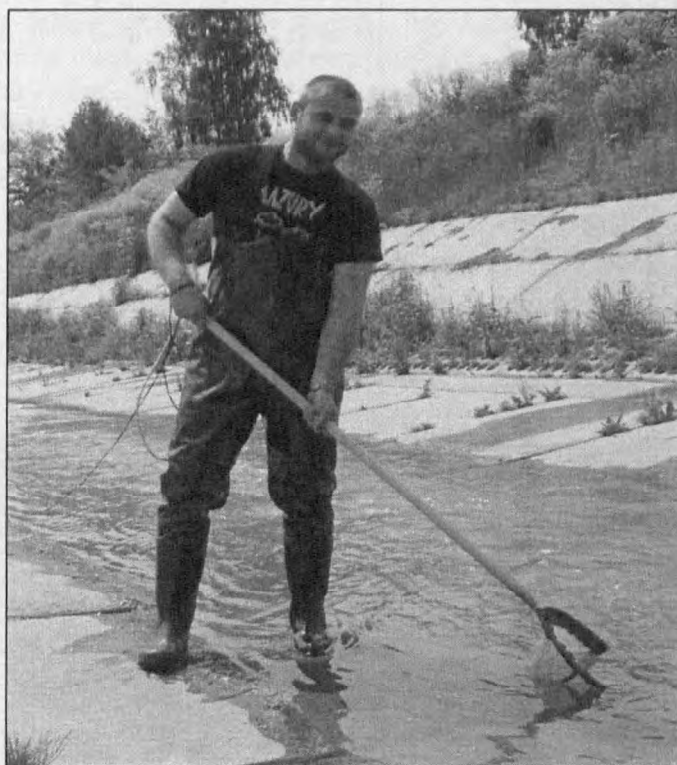
Fot. 1. Dobrzynka – stanowisko 1 (M. Tszudel)

Photo 1. Dobrzynka – site 1 (by M. Tszudel)

Przez ostatnie dziesięciolecia poprzez Dobrzynkę wpływały do Neru nieoczyszczone ścieki komunalne i przemysłowe z Pabianic (70 tys. mieszkańców), które wraz ze ściekami z Łodzi czyniły go rzeką pozbawioną życia na znacznym odcinku. Dopiero uruchomienie wszystkich ciągów technologicznych, szczególnie biologicznego oczyszczania ścieków, w Grupowej Oczyszczalni Ścieków w Łodzi (GOŚ) na przełomie stuleci poprawiło jakość wody w Dobrzynce i Nerze (DEMBIŃSKI, DROŻDŻYK 1999; PENCZAK *et al.* 2010). Obecnie wszystkie ścieki sanitarne z kanalizacji Pabianic odprowadzane są do GOŚ przez

kolektor Pabianice-GOŚ. Choć stan czystości wód Dobrzyńki uległ poprawie, to i tak w odcinku przyujściowym w punkcie pomiarowo-kontrolnym w Łaskowicach są one zaliczane do V klasy (stan zły) z powodu ilości związków azotu oraz zanieczyszczeń sanitarnych (ogólnej liczby bakterii grupy coli, liczby bakterii grupy coli typu fekalnego) (WIOŚ 2009).

Na stanowisku badań Dobrzyńka (fot. 1) płynęła w uregulowanym piaszczystym korycie. Kryjówki dla ryb stanowiły głównie nawisy roślin zielnych, glony nitkowate oraz makrofity (tab. 1).



Fot. 2. Elektropólów na Jasieniu na stanowisku 4 (A. Kruk)

Photo 2. Electrofishing in the Jasień Stream at site 4 (by A. Kruk)

Źródła **Jasienia** znajdowały się dawniej u podnóża wzgórz na Stokach w okolicy ul. Pomorskiej. Strumień obecnie bierze swój początek z wylotu kanałów deszczowych z ul. Giewont. Jego długość wynosi 12,6 km (BIEŻANOWSKI 2001), z czego ok. 1/3 płynie w postaci dwóch kanałów krytych (ryc. 1). Na odcinkach, w których Jasień płynie w otwartych korytach, utworzono stawy: jeden w Parku Widzewskim, drugi między ulicami Rydza Śmigłego i Przędzalnianą. Dawniej w dolnym biegu strumień ten przyjmował wody

Tabela 1. Morfometria stanowisk na strumieniach w systemie rzeki Ner. Objasnienia: a) m – muł, p – piasek, z – żwir, k – kamienie, pl – płyty betonowe lub cegły; b) odsetek pokrycia dna; c) odsetek pokrycia linii brzegowej; d) kryjówki zajmujące > 5% dna lub brzegu: cg – leżące na dnie cegły, fa – faszyzna, gl – glony nitkowate, k – kamienie, nr – nawisające rośliny zielne, s – śmieci, sp – szczeliny między ceglami albo betonowymi płytami; e) indeks dostępności kryjówek (IDK) dla ryb; f) 0 – koryto skanalizowane, 1 – koryto uregulowane

Table 1. Morphometry of sites along the streams in the Ner River system. Explanations: a) m – mud, p – sand, z – gravel, k – pebbles, pl – bricks and/or concrete slabs; b) percentage of bottom cover; c) percentage of bank line cover; d) hiding places covering > 5% of bottom or bank line: cg – bricks lying on the bottom, fa – fascine, gl – filamentous algae, k – stones, nr – overhanging herbs, s – rubbish, sp – gaps between bricks or concrete slabs/pitchers; e) index of the availability of hiding places (AHP) for fish; f) 0 – canalised, 1 – regulated stream

Strumień i numer stanowiska	Średnia szerokość [m]	Średnia głębokość [m]	Budowa dna a)	Makrofity zanurzone b)	Makrofity wynurzone c)	Pozostałe kryjówki dla ryb d)	IDK e)	Charakter koryta rzeczniczego f)	Prędkość nurtu [m s ⁻¹]
Stream and site number	Mean width [m]	Mean depth [m]	Dominant bottom substrate a)	Submerged macrophytes b)	Emerged macrophytes c)	Remaining hiding places for fish d)	AHP e)	Features of river channel f)	Flow rate [m s ⁻¹]
Dobrzyńka 1	4,0	0,60	p	5	15	nr, gl	7,0	1	0,50
Jasień 2	1,0	0,25	pl			sp, cg, s	4,5	0	0,52
Jasień 3	0,9	0,20	pl			sp	2,0	0	0,94
Jasień 4	5,3	0,20	pl, m			sp	4,5	0	0,63
Olechówka 5	1,5	0,30	pl, p	5		nr, sp	6,0	0	0,83
Olechówka 6	1,5	0,20	p, pl	1	1	sp, fa	9,0	0	0,42
Olechówka 7	2,0	0,20	p, pl	1	15	nr, sp	7,5	0	0,50
Olechówka 8	1,5	0,20	pl			sp, gl	4,5	0	0,64
Olechówka 9	2,5	0,30	pl, k			sp, k	5,0	0	0,38
Olechówka 10	2,8	0,35	pl, p	2	4	sp	7,5	0	0,39
Łódka 11	1,5	0,20	m, p, k			sp	3,5	0	0,32
Łódka 12	2,0	0,25	pl, p	1		sp, gl, k	6,0	0	0,37
Łódka 13	1,5	0,20	p, z	1		nr, gl	5,5	1	0,55
Jasieniec 14	1,0	0,10	pl, p	1		nr, sp, gl	6,5	0	0,46
Jasieniec 15	1,5	0,30	p, m			nr, fa, sp	6,5	1	0,36

z licznych dopływów – obecnie spośród nich pozostały tylko Olechówka i Karolewka, pominięta w niniejszych badaniach z uwagi na znikome przepływy wody. W tej części, tj. poniżej ul. Pięknej koryto zostało umocnione płytami betonowymi, co spowodowało całkowitą utratę roślinności wodnej (tab. 1, fot. 2). Podczas badań głównie szczeliny między płytami betonowymi, luźno leżące na dnie cegły oraz śmieci dawały rybom możliwość schronienia się (tab. 1). Ważnym antropogenicznym czynnikiem były niezidentyfikowanego pochodzenia ścieki bytowo-gospodarcze, wody drenażowe oraz – w okresie intensywnych opadów – wody z ogólnospławnego systemu kanalizacji miejskiej, do którego Jasień jest włączony poprzez 9 przelewów burzowych. Podczas elektropołów bardzo często obserwowano pływące oraz zalegające na brzegach fekalia i resztki artykułów higienicznych wrzucanych do muszli klozetowych. Badana przez służby ochrony środowiska woda w odcinku przyujściowym Jasienia została zaklasyfikowana do V klasy (stan zły) z powodu ilości substancji organicznych ulegających rozkładowi biologicznemu, stężeń związków azotu i fosforu oraz zanieczyszczeń sanitarnych (ogólnej liczby bakterii grupy coli, liczby bakterii grupy coli typu fekalnego) (WIOŚ 2009).



Fot. 3. Olechówka – stanowisko 6 (A. Kruk)

Photo 3. Olechówka – site 6 (by A. Kruk)

Olechówka jest jednym z dwóch nadal istniejących dopływów Jasienia. Źródła jej znajdowały się niegdyś w lasach wiskickich na południe od Olechowa. Obecnie jej bieg zaczyna się wylotem kolektora deszczowego na terenie osiedla Olechów-Południe. Kilkaset metrów poniżej, wpływają do niej wody z kolektora kanalizacyjnego z terenu stacji PKP Łódź-Olechów i kolektorów deszczowych z osiedla Janów. Niecałe 2 km dalej uchodzi do Olechówki Augustówka, a następnie kolektory deszczowe z Dąbrowy przemysłowej, Chojen-Zatorza, Centrum Zdrowia Matki Polki i inne.

Na całej swej długości (12,3 km) (CZARNECKA 2005) Olechówka płynie otwartym, uregulowanym lub skanalizowanym korytem (ryc. 1, fot. 3). Choć w okresie rozwoju przemysłowego strumień ten tworzył liczne stawy, obecnie pozostały tylko dwa stawy pełniące funkcję retencyjną i dwa stawy rekreacyjne: w parku na Młynku i Stawy Jana.

Dno Olechówki pokrywały głównie płyty betonowe i piasek (tab. 1, fot. 3). Makrofity występowały rzadko, a kryjówkami dla ryb na wszystkich stanowiskach badań były szczeliny pomiędzy płytami betonowymi, a na niektórych – również nawisy roślin zielnych, faszyna, kamienie i glony nitkowate (tab. 1).

Dawniej **Łódka** rozpoczynała bieg na północ od ul. Brzezińskiej, ale obecnie w tym fragmencie woda pojawia się okresowo. Długość Łódki wynosi około 18,4 km (CZARNECKA 2005), z czego górny i środkowy bieg – o łącznej długości ok. 15,5 km – znajdują się w granicach Łodzi (ryc. 1).

Łódka płynie pod ul. Strykowską oraz częściowo pod ul. Wojska Polskiego w krytym kanale, a następnie wzdłuż ul. Wojska Polskiego – w uregulowanym korycie, gdzie na przełomie maja i czerwca 2010 r. zaniechano elektropólów z uwagi na brak przepływu. Woda na dnie koryta była zgromadzona jedynie w niewielkich zagłębieniach. W okolicy ul. Źródłowej do Łódki dopływa ciek z rejonu Stoków. Następnie na długości 5,3 km Łódka płynie krytym kanałem przez Park Helenów, Park Staromiejski oraz tereny Manufaktury, a następnie wzdłuż ulic Drewnowskiej i Solec. Kanał kryty kończy się wylotem na terenie Parku Zdrowie przy ul. Orzechowej. Poniżej wylotu Łódka płynie w rowie trapezowym (fot. 4). W tej części dopływa do niej strumień Bałutka. Łódka uchodzi do Neru w Konstancynie Łódzkim.

Łódka, podobnie jak Jasień, jest włączona do ogólnospławnego systemu kanalizacji miejskiej (poprzez 11 przelewów burzowych). Na terenie miasta Łodzi przyjmuje też niewiadomego pochodzenia ścieki bytowe, a ponadto jej wody często mają nietypową barwę z uwagi na ścieki farbiarskie. Podczas elektropólów obserwowano spływające fekalia i resztki papieru toaletowego. Ścieki (głównie bytowe) są uwalniane do Łódki również na terenie Konstancyna Łódzkiego, gdzie jej wody zostały w 2008 r. zakwalifikowane do V klasy (stan zły) z powodu ilości związków azotu, chlorofilu „a” oraz zanieczyszczeń sanitarnych (ogólnej liczby bakterii grupy coli, liczby bakterii grupy coli typu fekalnego) (WIOŚ 2009).



Fot. 4. Łódka – stanowisko 12 (A. Kruk)

Photo 4. Łódka – site 12 (by A. Kruk)

Łódka na stanowiskach badań charakteryzowała się zróżnicowanym rodzajem substratów pokrywających jej dno. We fragmentach skanalizowanych koryto było wyłożone betonowymi płytami i cegłami, a w pozostałych częściach pokrywał je naturalny substrat (tab. 1). Na całej długości niemal zupełnie brakowało wynurzonych i zanurzonych makrofitów, a jako kryjówki mogły być wykorzystywane przez ryby szczeliny między płytami betonowymi, glony nitkowate i nawisające rośliny zielne (fot. 4).

Jasieniec uchodzi do Neru w Konstancynie Łódzkim. Jego długość wynosi 8,3 km (CZARNECKA 2005), w tym na odcinku 3,8 km strumień ten płynie przez miasto Łódź (ryc. 1).



Fot. 5. Jasieniec – stanowisko 15 (A. Kruk)

Photo 5. Jasieniec – site 15 (by A. Kruk)

Obecnie Jasieniec rozpoczyna swój bieg w miejscu ujścia kolektora deszczowego z osiedli mieszkaniowych Teofilowa w okolicy ul. Rojnej. Dwa kilometry dalej Jasieniec jest zasilany przez kanał deszczowy z Nowego Złotna, strugę ze Starego Złotna oraz strugę z Huty Jagodnica, po czym na wysokości ul. Pontonowej opuszcza teren Łodzi i wpływa do Konstantynowa Łódzkiego.

Na całej długości Jasieniec został uregulowany, a miejscami skanalizowany i obecnie odprowadza wody z odpływów burzowych z kanalizacji miejskiej oraz wody drenażowe i wysiękowe. W odcinku przyujściowym w Konstantynowie Łódzkim jego wody zostały w 2008 r. zakwalifikowane do V klasy (stan zły) z powodu stężeń związków azotu i fosforu oraz zanieczyszczeń sanitarnych (ogólnej liczby bakterii grupy coli, liczby bakterii grupy coli typu fekalnego) (WIOŚ 2009).

Dno Jasieńca na górnym stanowisku było wyłożone płytami betonowymi, miejscami pokrytymi piaskiem. Na stanowisku dolnym Jasieniec był uregulowa-

ny, a jego dno pokrywał piasek z domieszką mułu (tab. 1, fot. 5). Niemniej nawet tam, pomimo naturalnego substratu dennego, makrofitów niemal zupełnie nie stwierdzono. Kryjówki dostępne dla ryb to przede wszystkim nawisy roślin zielnych, szczeliny między płytami betonowymi, a także glony nitkowate i faszyna (tab. 1).

3. MATERIAŁ I METODY

W wyniku badań przeprowadzonych w Dobrzynce we wrześniu, a w pozostałych strumieniach w maju i czerwcu 2010 r. stwierdzono obecność 14 gatunków ryb reprezentowanych przez 6268 osobników (tab. 2).

Na każdym stanowisku z zachowaniem unifikacji metod (PENCZAK 1967; BACKIEL, PENCZAK 1989) wykonano jeden elektropól ryb z zastosowaniem prądu tętniącego o parametrach: 220 V, 3 kW, 50 Hz. Za każdym razem dwuosobowa ekipa łowiła ryby wzdłuż obydwu brzegów (tj. w całym profilu poprzecznym węższych strumieni) na odcinku 100 m brodząc pod prąd wody (fot. 2).

Dla każdego stanowiska dokonano również opisu morfometrycznego z uwzględnieniem stopnia przekształcenia koryta oraz rodzaju i ilości kryjówek dostępnych dla ryb, w tym: zanurzonych kłód, gałęzi i korzeni drzew, nawisających gałęzi drzew oraz roślin zielnych, zanurzonych i wynurzonych makrofitów, glonów nitkowatych, faszyny, śmieci, kamieni, cegieł luźno leżących na dnie i szczelin między płytami betonowymi albo cegłami, którymi wyłożono brzegi lub dno.

Do wyrażenia ilości dostępnych kryjówek dla ryb dla każdego stanowiska obliczono wartość indeksu dostępności kryjówek dla ryb IDK (KRUK, PRZYBYLSKI 2005; KRUK 2007b):

$$IDK = 1,5 \times n_o + n_p$$

gdzie n_o – liczba rodzajów kryjówek występujących obficie (> 20% powierzchni dna albo linii brzegowej) na stanowisku badań; n_p – liczba pozostałych rodzajów kryjówek dla ryb na stanowisku badań. Indeks przyjmuje wysokie wartości w strukturalnie zróżnicowanych strumieniach.

Na stanowiskach poboru prób ryb dokonano pomiarów prędkości nurtu (za pomocą młynka elektromagnetycznego marki *Valeport*) oraz konduktywności wody (za pomocą miernika wieloparametrowego *Multiline P4* marki WTW, Niemcy).

Stanowiska badań podzielono na dwie grupy: 1) stanowiska bezrybne i ze skrajnie zubożałą ichtiofauną, tj. z liczebnością całkowitą ryb nie przekraczającą 20 osobników na 100 m strumienia, 2) pozostałe stanowiska badań, tj. z liczeb-

nością całkowitą ryb przekraczającą 20 osobników na 100 m strumienia. Indeks IDK i konduktywność wody porównano pomiędzy tymi dwiema grupami za pomocą testu *U* Manna-Whitneya (ZAR 1984).

Tabela 2. Liczba gatunków, liczebność całkowita i liczebność gatunków ryb w 2010 r. w Dobrzynce, Jasieniu z Olechówką (patrz tab. 3), Łódce oraz Jasieńcu. Objasnienia: ◻ 1–5, ▪ 6–20, ○ 21–50, ● 51–100, □ 101–500, ■ > 500 osobników ryb na odcinku 100 m, podkreślenie wskazuje dominanta (współdominanta)

Table 2. Number of fish species, total fish abundance and abundance of fish species in 2010 in the Dobrzynka, Jasień with Olechówka (see Table 3), Łódka and Jasieniec Streams. Explanations: ◻ 1–5, ▪ 6–20, ○ 21–50, ● 51–100, □ 101–500, ■ > 500 fish specimens per 100 m of stream course, (co)dominant species are underlined

	Dobrzynka	Jasień				Olechówka	Łódka			Jasieniec	Łącznie Total
Numer stanowiska / Site number	1	2	3	4	5–10	11	12	13	14	15	Σ
Liczba gatunków / Number of species	4	1	1	2	13	1	1	2	0	2	14
Liczebność całkowita ryb Total fish abundance	8	5	1	6	6230	2	2	3	0	11	6268
Płoc <i>Rutilus rutilus</i>	◻	◻	◻		▪						○
Okoń <i>Perca fluviatilis</i>				◻	○		◻				●
Jazgarz <i>Gymnocephalus cernuus</i>					◻						◻
Lin <i>Tinca tinca</i>					▪						▪
Karaś pospolity <i>Carassius carassius</i>					◻						◻
Karaś srebrzysty <i>Carassius gibelio</i>	◻				●			◻		▪	●
Koza <i>Cobitis taenia</i>					▪						▪
Śliz <i>Barbatula barbatula</i>				◻	■				◻		■
Kiełb <i>Gobio gobio</i>	◻				■			◻			■
Słonecznica <i>Leucaspis delineatus</i>					■	◻					■
Żebaczek amurski <i>Pseudorasbora parva</i>					◻						◻
Ciernik <i>Gasterosteus aculeatus</i>					◻						◻
Cierniczek <i>Pungitius pungitius</i>	◻										◻
Sumik karłowaty <i>Ameiurus nebulosus</i>					◻						◻

W roku 2001 stanowiska na Jasieniu i Łódce były bezrybne (oznaczone odpowiednio numerami 13–15 i 20–22 w KRUK *et al.* 2003)

In 2001 the sites along the Jasień and Łódka Streams (marked with numbers 13–15 and 20–22, respectively by KRUK *et al.* 2003) were fishless

4. WYNIKI

Obecność ryb stwierdzono na 14 spośród 15 badanych stanowisk (tab. 2 i 3). Ryby nie były obecne w elektropołowie na górnym stanowisku w Jasieńcu. Spośród stwierdzonych 14 gatunków, 13 było obecnych w Olechówce, a 7 łącznie w pozostałych strumieniach. Ponad 99% złowionych ryb pochodziło z Olechówki (tab. 2).

Na stanowisku na Dobrzynce stwierdzono pojedyncze osobniki 4 gatunków osiągających niewielkie rozmiary (tab. 2).

W Jasieniu stwierdzano pojedyncze osobniki należące do 3 gatunków (1–2 w elektropołowie). W 2001 r. te stanowiska były bezrybne (tab. 2).

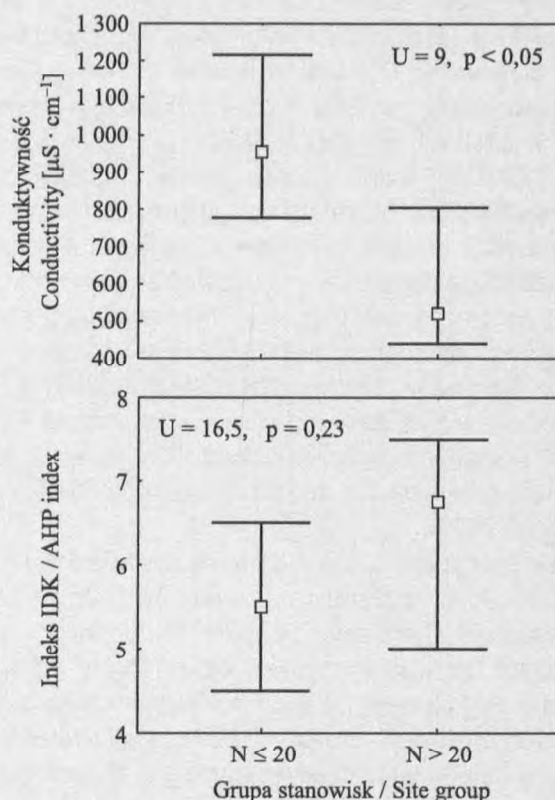
W Olechówce, spośród 13 złowionych ogółem gatunków, 12 (poza sumikiem karłowatym) było obecnych na stanowisku przyujściowym (tab. 3). Na pozostałych stanowiskach stwierdzano 3–8 gatunków. Na wszystkich stanowiskach w Olechówce obecny był kiełb, a zaledwie na jednym nieobecne były ślíz i czebaczek amurski. Ogólnie, dominantem była słonecznica łowiona w tysiącach osobników przy znacznym udziale w liczebności kielbia i śliza, dominujących na niektórych stanowiskach (tab. 3). Na stanowisku 6 liczny był również ciernik, a na stanowisku przyujściowym dominantem był karaś srebrzysty. Łączna liczba gatunków o 5 przewyższa tę z 2001 r. stwierdzoną ogółem w Olechówce na tych samych stanowiskach, choć liczba gatunków na niektórych stanowiskach w 2010 r. była niższa niż dziewięć lat wcześniej (tab. 3). Nowe gatunki to: płóc, jazgarz, karaś pospolity, koza i sumik karłowaty. W 2010 r. ponad 3-krotnie wyższa była również całkowita liczebność złowionych ryb, w tym słonecznicy i kielbia. Znacznie spadła natomiast liczebność ciernika oraz jego stałość występowania. Na stanowisku najbliższym źródeł nie stwierdzono w 2010 r. śliza, uprzednio obecnego na wszystkich stanowiskach i będącego dominantem w Olechówce. Na uwagę zasługuje wzrost stałości występowania czebaczka amurskiego oraz kielbia obecnego w 2010 r. na wszystkich stanowiskach (tab. 3).

Sytuacja stwierdzona w Łódce przypominała tę w Jasieniu. Stwierdzono w niej pojedyncze osobniki 4 gatunków (1–2 gatunków na stanowisku). Stanowiska badane w 2010 r., były bezrybne w 2001 r. (tab. 2).

W Jasieńcu na stanowisku na granicy miasta Łodzi stwierdzono 2 gatunki, wśród których dominantem był karaś srebrzysty (tab. 2).

Dla grupy stanowisk bezrybnych i ze skrajnie zubożałą ichtiofauną stwierdzono istotnie ($p < 0,05$) wyższe wartości konduktywności wody w porównaniu z grupą pozostałych stanowisk badań (wszystkich zlokalizowanych na Olechówce) (ryc. 2). W pierwszej z grup indeks dostępności kryjówek dla ryb przyjmował nieistotnie niższe wartości (ryc. 2). Należy pokreślić również silny

rozdźwięk w obserwowanej w elektropołowach całkowitej liczebności ryb pomiędzy wspomnianymi grupami stanowisk. Choć jako rozgraniczającą przyjęto liczebność 20 osobników ryb wzdłuż 100 m odcinka strumienia, to w grupie stanowisk bezrybnych i ze skrajnie zubożałą ichtiofauną całkowita liczebność ryb w elektropołowie wynosiła 0–11 osobników, natomiast na pozostałych stanowiskach obserwowano 143–4286 osobników w elektropołowie (tab. 2 i 3).



Ryc. 2. Konduktowność wody oraz indeks dostępności kryjówek (IDK) dla ryb na stanowiskach bezrybnych i z liczebnością całkowitą ryb nie przekraczającą 20 osobników ($N \leq 20$) oraz na stanowiskach z liczebnością całkowitą ryb przekraczającą 20 osobników ($N > 20$) na 100 m strumienia. Liczby stanowisk w grupach wynoszą odpowiednio 6 i 9. Objaśnienia: U – statystyka testu Manna-Whitneya, punkt – mediana, wąsy – rozstęp kwartylny

Fig. 2. Water conductivity and the index of availability of hiding places (AHP) for fish at sites with the total fish abundance 0–20 specimens ($N \leq 20$) and at sites with the total fish abundance over 20 specimens ($N > 20$) along a 100 m long stream stretch. The numbers of sites in the groups are 6 and 9, respectively. Explanations: U – statistics of the Mann-Whitney test, point – median, whiskers – interquartile range

5. DYSKUSJA

Charakterystyczną cechą badanych strumieni był wyraźny niedobór typowych dla środowiska wód płynących gatunków reofilnych (prądolubnych). Złowiono tylko dwa takie gatunki: śliza i kielbia. Ich obecność jednak, szczególnie w przypadku braku innych reofili, jest charakterystyczna dla niedużych zdegradowanych cieków (BAHLO 1991; WITKOWSKI *et al.* 1991; KRUK 2007a). Śliza i kielb mogą występować licznie nawet w skanalizowanych, pozbawionych kryjówek dla ryb ciekach (BRUNKEN 1989; SILIGATO, BÖHMER 2001). Potwierdzają to również badania w Olechówce poniżej Stawów Jana (st. 8), gdzie na 100 m odcinku strumienia w 2001 i 2010 r. śliza łowiono w liczbie ponad 100 osobników, a w 2010 r. – również kielbia w liczbie ponad 250 osobników. Dominacja śliza w 2001 r. i łączna dominacja śliza i kielbia w 2010 r. na tym stanowisku przekraczała 97%. Jedynymi dostępnymi tam schronieniami dla ryb były szczeliny pomiędzy płytami betonowymi, którymi wyłożone jest koryto strumienia, oraz niewielkie płyty glonów nitkowatych (tab. 1). Podobne warunki stworzone zostały, kiedy znaczne fragmenty Widawki (dopływ górnej Warty) i jej dopływu, Krasówki zamieniono w kanały odprowadzające wodę z Kopalni Węgla Brunatnego Bełchatów (JOKIEL, MAKSYMIAK 1997). Udział śliza na skanalizowanych odcinkach Widawki miejscami przekraczał 60% (KRUK *et al.* 2006). Z kolei w skanalizowanych odcinkach Krasówki w elektropołowach stwierdzono obecność tylko trzech gatunków o małych rozmiarach: śliza, kielbia i ciernika (KRUK *et al.* 2009).

Kolejną charakterystyczną cechą badanych strumieni była wysoka liczba gatunków stagnofilnych, tj. preferujących wody stojące. Należą do nich lin, obydwa gatunki karasia, słonecznica, ciernik i cierniczek, a zatem niemal połowa stwierdzonych gatunków ryb. Z jednej strony obecność gatunków stagnofilnych można wytłumaczyć istnieniem stawów wzdłuż strumieni (ryc. 1). Z drugiej jednak strony, gatunki te często zasiedlają zdegradowane odcinki rzek z uwagi na osłabioną konkurencję międzygatunkową, w szczególności ze strony znacznie przetrzebionych albo nieobecnych reofili, wyspecjalizowanych w eksploatacji zasobów środowiska wód płynących (KRUK 2006). Znaczną liczbę gatunków stagnofilnych przy jednoczesnym niedoborze reofili obserwowano w silnie zanieczyszczonych środkowych odcinkach Neru i Bzury (PENCZAK *et al.* 2000, 2010). Gatunki stagnofilne dopiero w miarę poprawy jakości środowiska wodnego są wypierane przez gatunki eurytopowe, a później reofilne (PENCZAK 1996; KRUK 2007b; PENCZAK *et al.* 2010).

Czynnikiem najbardziej określającym jakość środowiska wodnego w badanych strumieniach była czystość wody. Warto zauważyć, że różnice w konduktywności wody pomiędzy: 1) stanowiskami bezrybnymi i ze skrajnie zubożałą ichtiofauną oraz 2) pozostałymi stanowiskami badań były tak duże, że ich

istotność stwierdzono pomimo niewielkiej liczby stanowisk w każdej z porównywanych grup (ryc. 2). W znacznej mierze tak wyraźne różnice wynikają z obecności bądź braku na badanych strumieniach przelewów burzowych umożliwiających przedostawanie się do nich nieoczyszczonych ścieków. W Jasieniu i Łódce, włączonych do kanalizacji ogólnospławnej w Łodzi, stwierdzano drastycznie niskie liczebności ryb w elektropołowach. W Olechówce, funkcjonującej poza systemem kanalizacji ogólnospławnej, liczebność ryb była na znacznie wyższym poziomie.

Należy podkreślić, że nawet w Olechówce kondycja ichtiofauny była daleka od zadowalającej pod względem ekologicznym, ponieważ dodatkowym ważnym czynnikiem obniżającym jakość środowiska wodnego była regulacja koryt badanych strumieni. Aż na 80% badanych stanowisk (w tym na wszystkich na Olechówce) koryto było skanalizowane (tab. 1). Wyprostowanie i wybetonowanie koryta strumienia powoduje: 1) jego skrócenie, 2) drastyczny spadek zróżnicowania głębokości i prędkości nurtu w przekroju poprzecznym oraz 3) spadek liczby rodzajów i ilości kryjówek dla ryb (KUBEČKA, VOSTRADOVSKÝ 1995; BOËT *et al.* 1999; KRUK 2007a). Związek modyfikacji struktury koryta z kondycją ichtiofauny w niniejszej pracy manifestuje się odnotowaniem znacznie niższych liczebności ryb na stanowiskach z mniejszą dostępnością kryjówek. Choć brak istotności różnic (ryc. 2) mógł być skutkiem niskiej liczby porównywanych stanowisk, to przede wszystkim wynikał on z maskowania wpływu struktury koryta na ichtiofaunę przez jakość wody, którą w badanych strumieniach należy uznać za czynnik krytyczny.

Zmiany stwierdzone w ichtiofaunie w Jasieniu i Łódce w stosunku do 2001 r. w postaci obecności pojedynczych osobników wobec uprzedniego braku ryb mogą się wydawać mało znaczące. Jednak w sensie ekologicznym są one ważne, ponieważ oznaczają osłabienie wpływu czynników (głównie zanieczyszczenia), które dotychczas uniemożliwiały utrzymanie się ryb przy życiu. W Olechówce najważniejszą zmianą było stwierdzenie 5 nowych gatunków. W pozostałym zakresie zespoły ryb stwierdzone w niej w analizowanych latach należy uznać za stosunkowo podobne, z charakterystyczną wysoką liczbą gatunków stagnofilnych i wysoką dominacją śliza, kiełbia, słonecznicy i ciernika. Zmiany w strukturze dominacji są trudne do skomentowania z uwagi na panujące w Olechówce niestabilne warunki abiotyczne. Brak stabilności we wszystkich badanych strumieniach wynika z niewielkiej ilości prowadzonej przez nie wody oraz niedoboru zagłębień w uregulowanych lub skanalizowanych korytach. Łatwiej niż w strumieniach bardziej zasobnych w wodę oraz o bardziej zróżnicowanej głębokości, zimą może w nich dochodzić do przemarzania wody, natomiast latem – do spadku poziomu wody, co z kolei sprzyja łatwiejszemu nagrzewaniu się wody i spadkowi ilości tlenu rozpuszczonego w wodzie (PROWSE 2001; HOFFSTEN 2003; MATTHEWS, MARSH-MATTHEWS 2003). Zatem, zimą oraz w okresach suszy ryby na pewnych odcinkach strumie-

nia mogą wymierać częściowo albo nawet całkowicie. W okresach niesprzyjających warunków abiotycznych stawy istniejące na badanych strumieniach mogą spełniać rolę ostoi dla ryb, a następnie źródła rekolonizatorów (PROWSE 2001).

W świetle silnej presji człowieka wywieranej na omawiane ekosystemy oraz ich podwyższonej podatności na wpływ czynników klimatycznych zalecamy prowadzenie kompleksowego monitoringu fauny wszystkich większych strumieni na terenie miasta z powtórzeniami zaplanowanymi najrzadziej (!) co 5 lat.

6. PIŚMIENNICTWO

- BACKIEL, T., PENCZAK, T. 1989. The Fish and Fisheries in the Vistula River and its Tributary, the Pilica River. [W:] D. P. DODGE (red.), Proceedings of the International Large River Symposium. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. 106: 488–503.
- BAHLO, K. 1991. The fish fauna of running waters in the District of Gifhorn, Lower Saxony. Braunschweiger Naturkundliche Schriften 3: 1005–1020.
- BIEŻANOWSKI, W. 2001. Łódka i inne rzeki łódzkie. Biblioteczka Towarzystwa Opieki nad Zabytkami w Łodzi, Widzewska Oficyna Wydawnicza ZORA, Łódź.
- BOËT, P., BELLARD, J., BERREBI-DIT-THOMAS, R., TALES, E. 1999. Multiple human impacts by the City of Paris on fish communities in the Seine river basin, France. Hydrobiologia 410: 59–68.
- BORKOWSKA-KUBIAK, R. 2008. Kanał deszczowy w Łodzi budowany w technologii mikrotuningu. Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne 4: 49.
- BRUNKEN, H. 1989. Lebensraumsprüche und Verbreitungsmuster der Bachschmerle *Noemacheilus barbatulus* (Linnaeus, 1758). Fischökologie 1: 29–45.
- CZARNECKA, H. (red.) 2005. Atlas Podziału Hydrograficznego Polski. Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Warszawa.
- DEMBIŃSKI, Z., DROŻDŻYK, A. 1999. Stan jakości wód Neru w kontekście postępu w dziedzinie gospodarki wodno-ściekowej ŁAM. [W:] J. BURCHARD, M. ZIULKIEWICZ (red.), Chemizm opadów atmosferycznych, wód powierzchniowych i podziemnych. Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź, ss. 15–18.
- HOFFSTEN, P. O. 2003. Effects of an extraordinarily harsh winter on macroinvertebrates and fish in boreal streams. Arch. Hydrobiol. 157: 505–523.
- JOKIEL, P., MAKSYMIAK, Z. 1997. Przeobrażenia stosunków wodnych w wyniku przyspieszonej industrializacji na przykładzie Bełchatowskiego Okręgu Przemysłowego. Geographical Journal 68: 71–79.
- KRUK, A. 2006. Self-organizing maps in revealing variation in non-obligatory riverine fish in long-term data. Hydrobiologia 553: 43–57.
- KRUK, A. 2007a. Long-term changes in fish assemblages of the Widawka and Grabia Rivers (Poland): pattern recognition with a Kohonen artificial neural network. Ann. Limnol. – Int. J. Lim. 43: 253–269.
- KRUK, A. 2007b. Role of habitat degradation in determining fish distribution and abundance along the lowland Warta River, Poland. J. Appl. Ichthyol. 23: 9–18.
- KRUK, A., PRZYBYLSKI, M. 2005. Występowanie ryb w odcinkach Warty o różnym stopniu degradacji. Roczn. Nauk. PZW 18: 47–57.
- KRUK, A., SZYMCAK, M., SPYCHALSKI, P. 2003. Ichtiofauna miasta Łodzi. Część I. Dorzecza Jasienia i Łódki. Roczn. Nauk. PZW 16: 79–96.

- KRUK, A., SPYCHALSKI, P., GALICKA, W. 2005. Ichtiofauna miasta Łodzi. Część II. System Sokołówki. Roczn. Nauk. PZW 18: 29–43.
- KRUK, A., PENCZAK, T., ZIĘBA, G., KOSZALIŃSKI, H., MARSZAŁ, L., TYBULCZUK, S., GALICKA, W. 2006. Ichtiofauna systemu Widawki. Część I. Widawka. Roczn. Nauk. PZW 19: 85–101.
- KRUK, A., PENCZAK, T., ZIĘBA, G., MARSZAŁ, L., KOSZALIŃSKI, H., TYBULCZUK, S., GRABOWSKA, J., CIEPLUCHA, M., GALICKA, W. 2009. Ichtiofauna systemu Widawki. Część II. Dopływy. Roczn. Nauk. PZW 22: 59–86.
- KUBEČKA, J., VOSTRADOVSKÝ, J. 1995. Effects of dams, regulation and pollution on fish stocks in the Vltava River in Prague. Regul. Rivers: Res. Mgmt 10: 93–98.
- MATTHEWS, W. J., MARSH-MATTHEWS, E. 2003. Effects of drought and fish across axes of space, time and ecological complexity. Freshwater Biology 48: 1232–1253.
- PENCZAK, T. 1967. The biological and technical principles of the fishing by use of direct-current field. Przegl. Zool. 11: 114–131.
- PENCZAK, T. 1996. Natural regenerations of endangered fish populations in the Pilica drainage basin after reducing human impacts. [W:] A. KIRCHHOFER, D. HEFTI (red.), Conservation of Endangered Freshwater Fish in Europe. Birkhäuser Verlag, Basel, Switzerland, ss. 121–133.
- PENCZAK, T., KRUK, A., KOSZALIŃSKI, H., ZIĘBA, G. 2000. Ichtiofauna rzeki Bzury. Roczn. Nauk. PZW 13: 23–33.
- PENCZAK, T., KRUK, A., GRABOWSKA, J., ŚLIWIŃSKA, A., KOSZALIŃSKI, H., ZIĘBA, G., TYBULCZUK, S., GALICKA, W., MARSZAŁ, L. 2010. Wpływ stopniowej poprawy jakości wody w rzece Ner na regenerację ichtiofauny. Roczn. Nauk. PZW 23: 97–117.
- PROWSE, T. D. 2001. River-Ice Ecology. II: Biological Aspects. Journal of Cold Regions Engineering 15: 17–33.
- SILIGATO, S., BÖHMER, J. 2001. Using indicators of fish health at multiple levels of biological organization to assess effects of stream pollution in southwest Germany. Journal of Aquatic Ecosystem Stress and Recovery 8: 371–386.
- WIOŚ. 2009. Stan środowiska w województwie łódzkim w 2008 r. Raport Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska w Łodzi. Biblioteka Monitoringu Środowiska, Łódź.
- WITKOWSKI, A., BLACHUTA, J., KUSZNIERZ, J. 1991. Rybostan dorzecza Widawy po przeprowadzonej regulacji. Roczn. Nauk. PZW 4: 25–46.
- WOŹNIAK, T. 2010. Drugie życie łódzkich rzek. [W:] M. STARKOWSKA (red.), Dobre praktyki wielkich miast. Unia Metropolii Polskich, Warszawa.
- ZAR, J. H. 1984. Biostatistical Analysis. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.